

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-004860

(43)Date of publication of application : 09.01.2002

(51)Int.Cl.

F01P 7/16  
B60K 6/02  
F01P 3/12  
F01P 3/20  
F01P 7/04  
H02K 9/18

(21)Application number : 2000-193024

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 27.06.2000

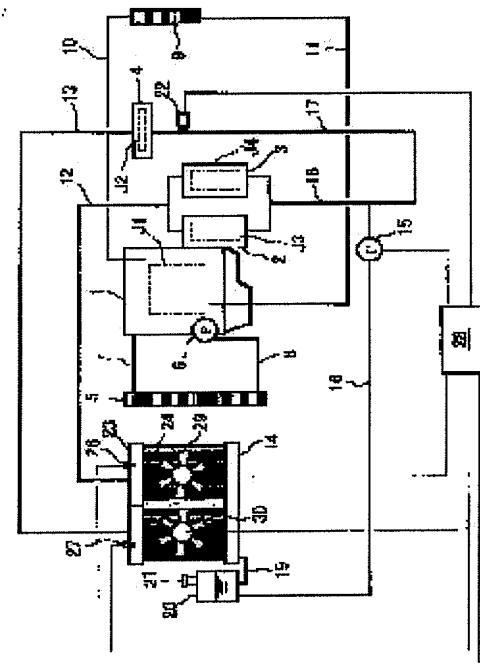
(72)Inventor : SHIMONOSONO HITOSHI

## (54) COOLING DEVICE FOR HYBRID ELECTRIC VEHICLE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide compatibility of miniaturization of a cooling system and cooling performance, in a cooling device for a hybrid electric vehicle.

**SOLUTION:** A water jacket J2 of an inverter and water jackets J3, J4 of a generator 2 and an electric motor 3 are piped in parallel with a radiator 14 for an electric system, having cooling fans 29, 30, so as to circulate a refrigerant to an electric pump 15. A variable throttle valve 22 is provided on the inlet side of the water jacket J2 provided on an inverter module 4. A controller 28 is provided for controlling the variable throttle valve 22, so as that the temperature becomes the saturation temperature of the refrigerant, when heat load of the inverter 4 is large, whereas for controlling the operation of the cooling fans 29, 30 is controlled, so as to make a specified value or less as a value lower than the saturation temperature of the refrigerant, when heat load is small.



### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A dynamo driven with engines, such as an internal-combustion engine.

An electric motor driven via an inverter with electric power obtained by this.

Are the cooling system for hybrid electric vehicles provided with the above, provide a cooling jacket in said dynamo, an electric motor, and an inverter, respectively, and A cooling jacket of an

inverter, While constituting so that a cooling jacket of a dynamo and an electric motor may be piped in parallel to a radiator provided with a cooling fan and a refrigerant may be made to return by feeding means, such as an electric rotary pump, Provide a variable diaphragm means in an entrance side of a cooling jacket provided in said inverter, monitor cooling temperature of an inverter module exit, and when heat load of an inverter is large, While controlling said strange good diaphragm means to become near [ saturation temperature ] a refrigerant, when heat load of an inverter was small, a control device which controls an operation of said cooling fan for below default value that is a value lower than said saturation temperature to become was formed.

[Claim 2]A radiator upper tank is halved in the cooling system for hybrid electric vehicles according to claim 1, Separate a refrigerant from a refrigerant, an electric motor, and a dynamo from said inverter, lead to a radiator core part, and in ROWATANKU of a radiator. A cooling system for hybrid electric vehicles providing a liquid phase storage tank in said radiator exit, and making the account electric rotary pump of back to front draw in while constituting so that it may be made to join without dividing said both refrigerants.

[Claim 3]In the cooling system for hybrid electric vehicles according to claim 1, to a refrigerant exit of a dynamo and an electric motor. A cooling system for hybrid electric vehicles having provided an intermediate heat exchanger which carries out heat exchange to cooling water for engines, having provided negative pressure means forming in a refrigerant exit from this intermediate heat exchanger, and having connected refrigerant exit piping from said inverter module to this negative pressure means forming.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the dynamo in a hybrid electric vehicle, an inverter, and the cooling system of an electric motor.

[0002]

[Description of the Prior Art]While reducing exhaust emission, in order to improve fuel consumption, the hybrid electric vehicle which combined the engine and electric motor by an internal-combustion engine has been put in practical use. Such a hybrid electric vehicle is provided with the engine, the dynamo driven with an engine, the electric motor driven with the generated electrical and electric equipment, and the inverter which controls this. Each of these devices are demanding heat release which is different with different cooling water temperature. The policy for cooling each the optimal is proposed conventionally.

For example, in JP,11-107748,A. While providing a cooling jacket in a dynamo, an inverter, the electric motor for a run, and an auxiliary machine class, respectively and connecting these cooling systems in parallel, The pipe line of each system tends to be defined according to the calorific value of each system, or the water temperature of each system tends to be detected, and it is going to correspond by providing the flow control valve which controls the flow to each system by an entrance side according to the value. While cooling using the electric insulation

refrigerant solution represented with JP,5-160310,A by fluorocarbon in cooling of an inverter module, It is going to cool by forced-convection heat transfer and forced-convection boiling heat transfer by dividing a cooling system into a group with large exothermic density, and a small group, controlling the inlet temperature and the pressure in each group by arrangement of piping, or setting out of a throttle valve, and changing the supercooling degree of a refrigerant.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]In JP,11-107748,A shown in the above-mentioned conventional technology, since it becomes the exchange of the refrigerant flow rate between each cooling system, all the systems cannot be cooled with the maximum load. For example, if a flow here is increased in order to give priority to cooling with an inverter, the flow to the electric motor for a run will decrease. When the demand to the radiation performance in an inverter is high and a convective heat transfer is used with progress of the art which carries out high density assembly of the high integration art in recent years and element of a semiconductor device on a base, there is a problem that the miniaturization of a device cannot be attained. In JP,5-160310,A, although the inverter module is cooled using convection vapor cooling, a dynamo and an electric motor have a large box, since the structure of a cooling jacket is complicated, there are a problem of vapor-liquid two-phases flow and a problem of the dryout by a vapor lock, and application is difficult. In order to be satisfied with the maximum of the cooling capability of each device by these conventional technologies, respectively, it is the best to make an inverter module, and a dynamo and an electric motor into a separate system, but. The cooling system of a large number, such as an engine-coolant system, an air conditioning system, an inverter module system, and a motor alternator system, is needed, and there is a problem that there are restrictions on a layout. This invention is made paying attention to the above-mentioned problem, and the place made into the purpose tends to provide the cooling system for hybrid electric vehicles which was compatible in miniaturization and cooling capability of the cooling system.

[0004]

[Means for Solving the Problem]In order to attain the above-mentioned purpose, in the cooling system for hybrid electric vehicles according to claim 1. In a hybrid electric vehicle provided with a dynamo driven with engines, such as an internal-combustion engine, and an electric motor driven via an inverter with electric power obtained by this, Provide a cooling jacket in said dynamo, an electric motor, and an inverter, respectively, and A cooling jacket of an inverter, While constituting so that a cooling jacket of a dynamo and an electric motor may be piped in parallel to a radiator provided with a cooling fan and a refrigerant may be made to return by feeding means, such as an electric rotary pump, Provide a variable diaphragm means in an entrance side of a cooling jacket provided in said inverter, monitor cooling temperature of an inverter module exit, and when heat load of an inverter is large, While controlling said strange good diaphragm means to become near [ saturation temperature ] a refrigerant, when heat load of an inverter was small, a control device which controls an operation of said cooling fan for below default value that is a value lower than said saturation temperature to become was formed. In the cooling system for hybrid electric vehicles according to claim 1 by the invention according to claim 2, Halve a radiator upper tank, separate a refrigerant from a refrigerant, an electric motor, and a dynamo from said inverter, lead to a radiator core part, and in ROWATANKU of a radiator. While constituting so that it may be made to join without dividing said both refrigerants, a liquid phase storage tank is provided in said radiator exit, and the account electric rotary pump of back to front is made to draw in. In the cooling system for hybrid electric vehicles according to claim 1 by the invention according to claim 3, An intermediate heat exchanger which carries out heat exchange to cooling water for engines was provided in a refrigerant exit of a dynamo and an electric motor, negative pressure means forming was provided in a refrigerant exit from this intermediate heat exchanger, and refrigerant exit piping from said inverter module is connected to this negative pressure means forming.

[0005]

[Effect of the Invention]According to the invention according to claim 1, it becomes possible with a common refrigerant to control the dynamo and the electric motor with a complicated structure and comparatively low exothermic density by the convective heat transfer of the liquid phase, and to control the inverter module with large exothermic density by heat transfer with boiling, and it can be compatible in miniaturization and cooling capability of a cooling system. According

to the invention according to claim 2, with one radiator, since heat dissipation of the refrigerant of a boiling state and a liquid phase convection state is attained, the flexibility of a vehicles layout increases further. According to the invention according to claim 3, since-izing also of the refrigerant which flowed out of the dynamo and the electric motor can be carried out [ steam ], while it becomes easy radiator composition and a miniaturization becomes possible, steamy omission in the cooling jacket for inverters is improved, and a cooling capability improves.

[0006]

[Embodiment of the Invention]An embodiment of the invention is described based on a drawing below.

The composition of <Embodiment 1> embodiment 1 is explained based on drawing 1. As shown in a figure, the engine 1 and the dynamos 2, such as an internal-combustion engine, are linked directly, the electrical and electric equipment generated here is carried by the electric motor 3, and this embodiment acts as a source of a running drive of vehicles. The inverter module 4 controls these. The quantity of heat which the piping 7 and 8 which connects them with the radiator 5 for engines and the pump 6 for a rotary flow usually driven with the engine 1 was formed in cooling of the engine 1, and was absorbed with the engine 1 is emitted to the atmosphere with the radiator 5 for engines. The engine 1, the heater 9 for vehicle room heating in parallel, and the piping 10 and 11 are formed, and exhaust heat of the engine 1 is used for vehicle room heating.

[0007]The engine water jackets (cooling jacket) J1-J4 are formed in said engine 1, the dynamo 2, the electric motor 3, and the inverter module 4, respectively, The engine water jacket J3 of the dynamo 2 and the electric motor 3, and J4 and the engine water jacket J2 of the inverter module 4 are connected in parallel to the radiator 14 for electric systems via the respectively different piping 12 and 13. The cooling system consists of these each member, the electric rotary pump 15, the radiator 14 for electric systems, the piping 12, 13, 16, 17, 18, and 19 that connects them, and the reserve tank 20 which stores a refrigerant. This cooling system for electric systems is adjusted so that it may become specified pressure with the cap 21 for pressure regulation provided in the reserve tank 20.

[0008]Circulation of a refrigerant is performed as follows. The liquid phase refrigerant in the reserve tank 20 is attracted by the electric rotary pump 15, and is distributed to the piping 18 which results to the dynamo 2 and the electric motor 3, and the piping 17 which results to the inverter module 4. Since the variable-aperture valve 22 is formed in the middle of the piping 17 which results to the inverter module 4, the flow to the piping 18 which results to the dynamo 2 and the electric motor 3 increases more than the flow to the piping 17 which results to the inverter module 4. The refrigerant which collected heat from the dynamo 2 and the electric motor 3 flows into the upper tank 23 of said radiator 14 for electric systems through the piping 12. On the other hand, the refrigerant which collected heat also flows into the upper tank 23 of the radiator 14 for electric systems via the piping 13 by the inverter module 4. This upper tank 23 is divided and halved near the internal center here, and the refrigerant which flows from the piping 12, and the refrigerant which flows from the piping 13 flow into the heat exchange tube 24, without carrying out the abouchement. Here, a partition is not provided but returns to the reserve tank 20 via the piping 19.

[0009]Here, near the piping 13 terminal area near the piping 12 terminal area of said upper tank 23, the solution temperature sensors 26 and 27 are formed, respectively. There is the solution temperature sensor 26 in order to control the refrigerant temperature of the dynamo 2 and the electric motor 3, and based on this signal, the control device (a controller is called below) 28 controls the cooling fan 29. There is the solution temperature sensor 27 in order to control the refrigerant temperature of the inverter module 4, and based on this signal, the controller 28 controls the cooling fan 30. Based on the signal of the solution temperature sensor 27, the controller 28 (control device) also controls the opening of the variable-aperture valve 22, and controls the flow and pressure into the engine water jacket J2 of the inverter module 4.

[0010]Next, an operation is explained based on the flow chart of drawing 2. In a car, the calorific value of each device changes with travel conditions, and the control corresponding to each is needed. first -- if the engine 1 starts -- the run state of vehicles or an inverter and the dynamo 2, and the electric motor 3 -- the calorific value of each unit is judged from the energizing amount through which it passes, respectively (S1-S3). When the calorific value of an inverter is small and the calorific value in the dynamo 2 and the electric motor 3 is small, the minimum may

be all sufficient as a cooling capability. Therefore, in order to hold down power consumption to the minimum, while controlling rotation of the electric rotary pump 15 at a low speed, piping resistance is made into the minimum by considering the variable-aperture valve 22 as full admission (S4). Then, if it seems that default value is exceeded based on the signal of the water temperature sensors 26 and 27, the cooling fans 29 and 30 will be operated, respectively (S6-S8). Said default is below the saturation temperature in the pressure set up with the pressure regulation cap 21 provided in the reserve tank 20 here, Any engine water jacket of the dynamo 2, the electric motor 3, and the inverter module 4, a refrigerant is still the liquid phase and cooling by a convective heat transfer is performed.

[0011]Next, although the calorific value of an inverter is small, since it is necessary to secure a convective heat transfer when the calorific value in the dynamo 2 and the electric motor 3 is large, the electric rotary pump 15 is considered as medium-speed rotation, and the refrigerant amount which flows into the dynamo 2 and the electric motor 3 by making the opening of the variable-aperture valve 22 small is increased (S9). At this time, the value by the signal of the water temperature sensors 26 and 27 controls control of the cooling fans 29 and 30 to make it rotate with said default value (value lower than a saturation temperature) (S10-S13).

[0012]Next, when there is much calorific value of an inverter and the calorific value of the dynamo 2 and the electric motor 3 is small, While considering rotation of the electric rotary pump 15 as medium-speed rotation (S14), the controlled object by the water temperature sensor 27 is used as the variable-aperture valve 22, and it controls by comparison with the saturation temperature in the pressure set up with the pressure regulation cap 21 (S15-S17). That is, since the inside of the inverter module 4 will be in a boiling state if it is more than a saturation temperature, the variable-aperture valve 22 is considered as full admission, and efficient heat exchange is performed (S18). On the other hand, since the inside of the inverter module 4 is in the convective-heat-transfer state if the signal by the water temperature sensor 27 shows below the saturation temperature, while making the opening of the variable-aperture valve 22 small and lowering a pressure, temperature is raised, and it brings close to saturation, and a good heat exchange state is maintained (S19).

[0013]At the end, when both an inverter, and the dynamo 2 and the electric motor 3 have large calorific value, While making the electric rotary pump 15 into full speed rotation and securing the circulating flowing quantity to the dynamo 2 and the electric motor 3 (S20), control of the cooling fan 29 is controlled so that the signal by the water temperature sensor 26 becomes below in the default value set up below with the saturation temperature (S25). On the other hand, as aforementioned, the inverter module 4 controls the variable-aperture valve 22 so that the signal by the water temperature sensor 27 serves as a saturation temperature (S24).

[0014]The composition of Embodiment 2 is shown in <Embodiment 2> drawing 3. The same numerals are given to the same thing as Embodiment 1, and the explanation is omitted. While forming the intermediate heat exchanger 31 which adds to the composition of Embodiment 1 and makes heat exchange possible in this embodiment between the piping 10 which connects the heater 9 and the engine 1 in the middle of the piping 12 of the dynamo 2 and the electric motor 3, Similarly, in the middle of the piping 12, the venturi tube nozzle 32 which can acquire a Venturi effect was formed in the outlet side of the above-mentioned intermediate heat exchanger 31, and the end of the piping 13 from the inverter module 4 is connected with it to the part of said venturi tube nozzle 32 in which negative pressure is formed most. According to this, the upper tank 23 of the radiator 14 for electric systems is not divided with an inside like Embodiment 1, and the water temperature sensor 26 is also set only to one.

[0015]According to this embodiment, either the dynamo 2, the electric motor 3 and the inverter module 4 are in the state where calorific value is large, and it aims at improving especially the cooling capability of the inverter module 4. In this case, the engine 1 is also operating with the heavy load, and since engine cooling water temperature is set up more highly than the cooling temperature of an electric system, by the intermediate heat exchanger 31, heat will usually be collected from engine cooling water to the refrigerant for electric systems. Therefore, when the liquid phase refrigerant which cooled the dynamo 2 and the electric motor 3 by the convective heat transfer flows into the above-mentioned intermediate heat exchanger 31, it becomes a steam and flows into the venturi tube nozzle 32. Since the piping 13 is connected to the negative pressure section of this venturi tube nozzle 32 here, it is drawn in efficiently, and in the state of a steam, through the piping 12, the steam generated by the inverter module 4 flows into the

radiator 14 for electric systems, and condenses all. Thereby, since the steamy convection of the dynamo 2 and the electric motor 3 is lost and they are formed in negative pressure by attracting the generated steam, they can control a saturation temperature by the inverter module 4 low, while the cooling capability stable by the convective heat transfer of the liquid phase is obtained.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a figure showing the composition of the cooling system for hybrid electric vehicles of Embodiment 1.

[Drawing 2]It is a control flow chart explaining an operation of Embodiment 1.

[Drawing 3]It is a figure showing the composition of the cooling system for hybrid electric vehicles of Embodiment 2.

[Description of Notations]

J1 - J4 cooling jacket (engine water jacket)

1 Engine

2 Dynamo

3 Electric motor

4 Inverter module

5 The radiator for engines

6 Pump

7,8,10, 11,12,13, 16,17,18, and 19 Piping

9 Heater

14 The radiator for electric systems

15 Electric rotary pump

20 Reserve tank

21 The cap for pressure regulation

22 Variable-aperture valve

23 Upper tank

24 Heat exchange tube

26 and 27 Solution temperature sensor

28 Control device (controller)

29, 30 cooling fans

31 Intermediate heat exchanger

32 Venturi tube nozzle

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-4860

(P2002-4860A)

(43)公開日 平成14年1月9日(2002.1.9)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 0 1 P 7/16	5 0 3	F 0 1 P 7/16	5 0 3 5 H 6 0 9
B 6 0 K 6/02	Z H V	3/12	
F 0 1 P 3/12		3/20	B
3/20		7/04	A
7/04		H 0 2 K 9/18	B
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2000-193024(P2000-193024)

(22)出願日 平成12年6月27日(2000.6.27)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 下野園 均

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地日産自動車株式会社内

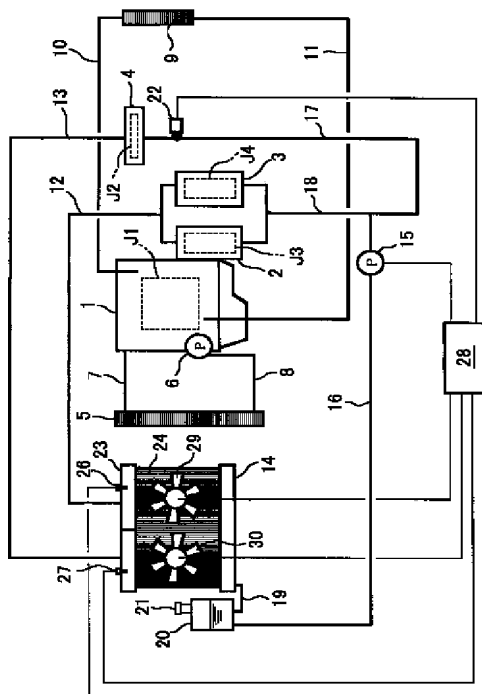
Fターム(参考) 5H609 BB13 PP02 PP16 QQ01 QQ02  
QQ23 RR12 RR37

(54)【発明の名称】 ハイブリッド電気自動車用冷却装置

(57)【要約】

【課題】 ハイブリッド電気自動車用冷却装置において、冷却システムのコンパクト化と冷却性能との両立を図る。

【解決手段】 インバータのウォータージャケットJ2と、発電機2および電動機3のウォータージャケットJ3、J4とを冷却ファン29、30を備えた電気系用ラジエータ14に対して並列に配管し、電動ポンプ15により冷媒を環流させるよう構成するとともに、インバータモジュール4に設けられたウォータージャケットJ2の入口側に可変絞り弁22を設け、インバータ4の熱負荷が大きいときには冷媒の飽和温度近辺となるように可変絞り弁22を制御する一方、熱負荷が小さいときには冷媒の飽和温度よりも低い値である規定値以下となるように、冷却ファン29、30の作動を制御するコントローラ28を設けた。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関などのエンジンにより駆動される発電機と、これにより得られた電力によってインバータを介して駆動される電動機とを備えるハイブリッド電気自動車において、前記発電機、電動機、およびインバータにそれぞれ冷却ジャケットを設け、インバータの冷却ジャケットと、発電機および電動機の冷却ジャケットとを冷却ファンを備えたラジエータに対して並列に配管して、電動ポンプなどの圧送手段により冷媒を環流させるよう構成するとともに、前記インバータに設けられた冷却ジャケットの入口側に可変の絞り手段を設け、インバータモジュール出口の冷却温度をモニタし、インバータの熱負荷が大きいときは、冷媒の飽和温度近辺となるように前記可変の絞り手段を制御する一方、インバータの熱負荷が小さいときは、前記飽和温度よりも低い値である規定値以下となるように前記冷却ファンの作動を制御する制御装置を設けたことを特徴とするハイブリッド電気自動車用冷却装置。

【請求項2】 請求項1記載のハイブリッド電気自動車用冷却装置において、ラジエータアッパータンクを二分割し、前記インバータからの冷媒と電動機および発電機からの冷媒とを分離してラジエータコア部へ導き、ラジエータのロウタンクでは、前記両冷媒を分割せずに合流させるよう構成するとともに、前記ラジエータ出口に液相貯留タンクを設け、その後前記電動ポンプに吸引させることを特徴とするハイブリッド電気自動車用冷却装置。

【請求項3】 請求項1記載のハイブリッド電気自動車用冷却装置において、発電機および電動機の冷媒出口に、エンジン用冷却水と熱交換する中間熱交換器を設け、該中間熱交換器からの冷媒出口に負圧形成手段を設け、該負圧形成手段に前記インバータモジュールからの冷媒出口配管を接続していることを特徴とするハイブリッド電気自動車用冷却装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハイブリッド電気自動車における発電機、インバータ、および電動機の冷却装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】排気エミッションを低減させるとともに、燃費を改善するため、内燃機関によるエンジンと電動モータとを組み合わせたハイブリッド電気自動車は、エンジンと、エンジンにより駆動される発電機と、発電された電気により駆動する電動モータと、これを制御するインバータとを備えている。これらの各装置

は、異なった冷却水温で異なった放熱量を要求しており、それぞれを最適に冷却するための方策が従来より提案されている。例えば、特開平11-107748号公報では、発電機、インバータ、走行用電動機、および補機類にそれぞれ冷却ジャケットを設け、これらの冷却系を並列に接続するとともに、各系統の配管系をそれぞれの系統の放熱量に応じて定めたり、あるいは各系統の水温を検知し、その値に応じて入口側で各系統への流量を制御する流量制御弁を設けることにより対応しようとしている。また、特開平5-160310号公報では、インバータモジュールの冷却において、フロロカーボンに代表される電気絶縁性冷媒液を用いて冷却を行うとともに、発熱密度の大きいグループと小さいグループとに冷却系統を分け、各グループにおける入口温度や圧力を、配管の配置や絞り弁の設定により制御して冷媒の過冷却度を変えることにより、強制対流熱伝達と強制対流沸騰熱伝達により冷却しようとしている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術に示した特開平11-107748号公報では、各冷却系統間での冷媒流量のやりとりとなるため、全系統を最大負荷で冷却することはできない。例えば、インバータでの冷却を優先させるためここでの流量を多くすると、走行用電動機への流量が低減してしまう。また、近年の半導体素子の高集積化技術および素子を基盤上に高密度実装する技術の進展に伴い、インバータでの放熱性能への要求が高く、対流熱伝達を用いると、装置の小型化が達成できないという問題点がある。また、特開平5-160310号公報では、対流沸騰冷却を用いてインバータモジュールを冷却しているが、発電機や電動機は筐体が大きくて冷却ジャケットの構造が複雑であるため、気液二相流の問題や蒸気閉塞によるドライアウトの問題があり、適用は難しい。これら従来技術により各装置の冷却性能をそれぞれ最大限に満足するためには、インバータモジュールと発電機・電動機を別系統にすることが最善であるが、エンジン冷却系、空調系、インバータモジュール系、電動・発電機系といった多数の冷却系統が必要になり、レイアウト上の制約があるという問題点がある。本発明は上記問題点に着目してなされたものであって、その目的とするところは、冷却系のコンパクト化と冷却性能とを両立したハイブリッド電気自動車用冷却装置を提供しようとするものである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載のハイブリッド電気自動車用冷却装置では、内燃機関などのエンジンにより駆動される発電機と、これにより得られた電力によってインバータを介して駆動される電動機とを備えるハイブリッド電気自動車において、前記発電機、電動機、およびインバータにそれぞれ冷却ジャケットを設け、インバータの冷却ジャケ

10

20

30

40

50

ットと、発電機および電動機の冷却ジャケットとを冷却ファンを備えたラジエータに対して並列に配管して、電動ポンプなどの圧送手段により冷媒を環流させるよう構成するとともに、前記インバータに設けられた冷却ジャケットの入口側に可変の絞り手段を設け、インバータモジュール出口の冷却温度をモニタし、インバータの熱負荷が大きいときは、冷媒の飽和温度近辺となるように前記可変の絞り手段を制御する一方、インバータの熱負荷が小さいときは、前記飽和温度よりも低い値である規定値以下となるように前記冷却ファンの作動を制御する制御装置を設けたことを特徴とする。請求項2記載の発明では、請求項1記載のハイブリッド電気自動車用冷却装置において、ラジエータアッパータンクを二分割し、前記インバータからの冷媒と電動機および発電機からの冷媒とを分離してラジエータコア部へ導き、ラジエータのロウタンクでは、前記両冷媒を分割せずに合流させるよう構成するとともに、前記ラジエータ出口に液相貯留タンクを設け、その後前記電動ポンプに吸引させることを特徴とする。請求項3記載の発明では、請求項1記載のハイブリッド電気自動車用冷却装置において、発電機および電動機の冷媒出口に、エンジン用冷却水と熱交換する中間熱交換器を設け、該中間熱交換器からの冷媒出口に負圧形成手段を設け、該負圧形成手段に前記インバータモジュールからの冷媒出口配管を接続していることを特徴とする。

【0005】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、構造が複雑で比較的発熱密度が小さい発電機および電動機は液相の対流熱伝達で、発熱密度が大きいインバータモジュールは沸騰熱伝達で制御することが共通の冷媒で可能となり、冷却系のコンパクト化と冷却性能とを両立することができる。請求項2記載の発明によれば、一つのラジエータで、沸騰状態と液相對流状態の冷媒の放熱が可能となるため、さらに車両レイアウトの自由度が増大する。請求項3記載の発明によれば、発電機、電動機から流出した冷媒も蒸気化できるので、簡単なラジエータ構成となって小型化が可能となるとともに、インバータ用冷却ジャケット内の蒸気抜きが改善され、冷却性能が向上する。

【0006】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

<実施の形態1>実施の形態1の構成を図1に基づいて説明する。図に示すように、本実施の形態は、内燃機関などのエンジン1と発電機2が直結されており、ここで発電された電気が電動機3に運ばれ、車両の走行駆動源として作用する。これらを制御するのはインバータモジュール4である。エンジン1の冷却用に、エンジン用ラジエータ5と、通常エンジン1で駆動される環流用のポンプ6と、それらを接続する配管7、8とが設けられ、

エンジン1で吸収された熱量は、エンジン用ラジエータ5で大気へ放出される。また、エンジン1と並列に、車室暖房用のヒータ9と、配管10、11とが設けられ、エンジン1の排熱を車室暖房用に使用している。

【0007】前記エンジン1、発電機2、電動機3およびインバータモジュール4にはそれぞれウォータジャケット（冷却ジャケット）J1～J4が設けられており、発電機2および電動機3のウォータジャケットJ3、J4とインバータモジュール4のウォータジャケットJ2とはそれぞれ別の配管12、13を介して電気系用ラジエータ14に対し並列に連結されている。これら各部材と、電動ポンプ15と、電気系用ラジエータ14と、それらをつなぐ配管12、13、16、17、18、19と、冷媒を貯留するリザーブタンク20とで冷却系を構成している。なお、この電気系用冷却系は、リザーブタンク20に設けられた圧力調整用キャップ21によって規定圧になるように調整されている。

【0008】冷媒の循環は次のように行われる。リザーブタンク20内の液相冷媒は電動ポンプ15により吸引され、発電機2と電動機3へ至る配管18と、インバータモジュール4へ至る配管17とに分配される。インバータモジュール4へ至る配管17の途中には、可変絞り弁22が設けられているため、発電機2および電動機3へ至る配管18への流量が、インバータモジュール4へ至る配管17への流量よりも多くなる。発電機2および電動機3から熱を回収した冷媒は、配管12を通して前記電気系用ラジエータ14のアッパータンク23へ流入する。一方、インバータモジュール4で熱を回収した冷媒も、配管13を介して電気系用ラジエータ14のアッパータンク23へ流入する。ここで該アッパータンク23は、内部中央付近で仕切られ二分割されており、配管12から流入する冷媒と配管13から流入する冷媒とは、混流することなく熱交換チューブ24へと流入する。ここでは仕切は設けられておらず、配管19を介してリザーブタンク20へ環流される。

【0009】ここで、前記アッパータンク23の配管12接続部近傍および配管13接続部近傍にはそれぞれ液温センサ26、27が設けられている。液温センサ26は、発電機2および電動機3の冷媒温度を制御するためにあり、この信号に基づいて制御装置（以下コントローラと称す）28が冷却ファン29を制御する。液温センサ27は、インバータモジュール4の冷媒温度を制御するためにあり、この信号に基づいてコントローラ28が冷却ファン30を制御する。また、液温センサ27の信号に基づいて、コントローラ28（制御装置）は可変絞り弁22の開度も制御し、インバータモジュール4のウォータジャケットJ2内への流量および圧力を制御する。

【0010】次に、図2のフローチャートに基づいて作用を説明する。自動車では、走行条件により各装置の発

熱量が異なっており、それぞれに対応した制御が必要になる。まず、エンジン1がスタートすると、車両の走行状態あるいはインバータおよび発電機2、電動機3それぞれへの通電量から、各ユニットの発熱量を判断する（S1～S3）。インバータの発熱量が小さく、発電機2および電動機3での発熱量が小さい場合は、いずれも冷却性能は最小で構わない。したがって、消費電力を最小に抑えるため電動ポンプ15の回転を低速に制御するとともに、可変絞り弁22を全開として、配管抵抗を最小限とする（S4）。その後、水温センサ26、27の信号に基づいて、規定値を超えるようであれば、それぞれ冷却ファン29、30を作動させる（S6～S8）。ここで、前記既定値は、リザーブタンク20に設けられた圧力調整キャップ21で設定される圧力における飽和温度以下であり、発電機2、電動機3、およびインバータモジュール4のいずれのウォータジャケットでも、冷媒は液相のままであり、対流熱伝達による冷却が行われている。

【0011】次に、インバータの発熱量が小さいが、発電機2および電動機3での発熱量が大きい場合は、対流熱伝達を確保するため、電動ポンプ15を中速回転とし、可変絞り弁22の開度を小として発電機2および電動機3へ流入する冷媒量を多くしている（S9）。このとき、冷却ファン29、30の制御は、水温センサ26、27の信号による値が、前記規定値（飽和温度よりも低い値）で回転させるように制御する（S10～S13）。

【0012】次に、インバータの発熱量が多くて、発電機2および電動機3の発熱量が小さい場合は、電動ポンプ15の回転を中速回転とするとともに（S14）、水温センサ27による制御対象を可変絞り弁22とし、圧力調整キャップ21で設定される圧力における飽和温度との比較により制御を行う（S15～S17）。すなわち、飽和温度以上であれば、インバータモジュール4内は沸騰状態となるので、可変絞り弁22を全開とし、効率的な熱交換が行われる（S18）。一方、水温センサ27による信号が飽和温度以下を示していれば、インバータモジュール4内は対流熱伝達状態となっているので、可変絞り弁22の開度を小さくして圧力を下げるとともに温度を上昇させ、飽和状態に近づけて良好な熱交換状態を維持する（S19）。

【0013】最後に、インバータと、発電機2および電動機3とが共に発熱量が大きい場合には、電動ポンプ15を全速回転とし、発電機2および電動機3への循環流量を確保するようにするとともに（S20）、冷却ファン29の制御は、水温センサ26による信号が飽和温度以下で設定された規定値以下となるように制御する（S25）。一方、インバータモジュール4は、前記のとおり、水温センサ27による信号が飽和温度となるように、可変絞り弁22を制御する（S24）。

【0014】＜実施の形態2＞図3に実施の形態2の構成を示す。なお、実施の形態1と同じものには同一の符号を付してその説明は省略する。本実施の形態では、実施の形態1の構成に付加して、発電機2および電動機3の配管12の途中に、ヒータ9とエンジン1とを連絡する配管10との間で熱交換を可能とする中間熱交換器31を設けるとともに、同じく配管12の途中で、上記中間熱交換器31の出口側に、ベンチュリー効果を得られるベンチュリーノズル32を設け、インバータモジュール4からの配管13の端部を、前記ベンチュリーノズル32の最も負圧が形成される部位に連結している。なお、これに従って、電気系用ラジエータ14のアップータンク23は実施の形態1のように内部で仕切られることはなく、水温センサ26も一つだけとなる。

【0015】本実施の形態では、発電機2、電動機3およびインバータモジュール4のいずれかが発熱量が大きい状態で、特にインバータモジュール4の冷却性能を向上することを目的としている。この場合、エンジン1も高負荷で作動しており、かつ通常エンジン冷却水温は電気系の冷却温度よりも高く設定されているため、中間熱交換器31では、エンジン冷却水から電気系用冷媒へ熱が回収されることになる。したがって、発電機2および電動機3を対流熱伝達で冷却した液相冷媒が上記中間熱交換器31に流入することにより、蒸気となってベンチュリーノズル32へ流入する。ここで該ベンチュリーノズル32の負圧部分へ配管13が接続されているため、インバータモジュール4で発生した蒸気が効率よく吸引され、すべて蒸気の状態で配管12を通過して電気系用ラジエータ14へ流入して凝縮する。これにより、発電機2および電動機3は液相の対流熱伝達により安定した冷却性能が得られるとともに、インバータモジュール4では、発生した蒸気が吸引されることにより蒸気の対流がなくなり、負圧に形成されるため、飽和温度を低く制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1のハイブリッド電気自動車用冷却装置の構成を示す図である。

【図2】実施の形態1の作用を説明する制御フローチャートである。

【図3】実施の形態2のハイブリッド電気自動車用冷却装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

J1～J4 冷却ジャケット（ウォータジャケット）

1 エンジン

2 発電機

3 電動機

4 インバータモジュール

5 エンジン用ラジエータ

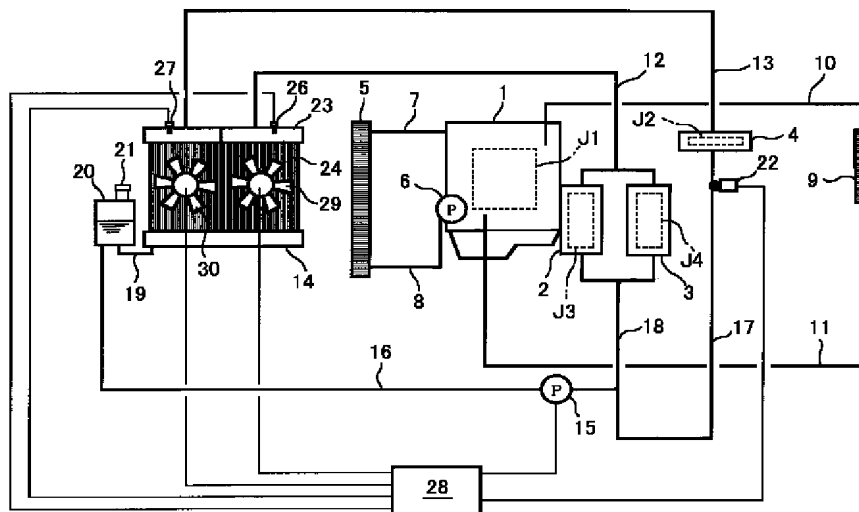
6 ポンプ

7, 8, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18,

- 19 配管  
9 ヒータ  
14 電気系用ラジエータ  
15 電動ポンプ  
20 リザーブタンク  
21 圧力調整用キャップ  
22 可変絞り弁

- \* 23 アッパータンク  
24 熱交換チューブ  
26, 27 液温センサ  
28 制御装置 (コントローラ)  
29, 30 冷却ファン  
31 中間熱交換器  
\* 32 ベンチュリーノズル

【図1】



【図2】

